CHAPITRE 5
EQUILIBRES DE PRECIPITATION

1. Produit de solubilité

La dissolution de certains sels peu solubles est une réaction équilibrée. L'équilibre a lieu entre des espèces dissoutes (***ions***) et un solide dont on ne peut exprimer la concentration (on la prend égale à 1).
La constante d'équilibre, écrite, dans le sens de la ***dissociation*** s'appelle ***produit de solubilité*** noté K_s.

Exemple :

$$CaCO_{3(s)} \Leftrightarrow Ca^{2+}_{aq} + CO^{2-}_{3aq}$$

$$K = \frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{[CaCO_{3(s)}]} = \frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{1} = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$$

On pose $K_s = [Ca^{2+}][CO_3^{-}]$.

Plus généralement, le produit de solubilité d'un composé ionique A_mB_n, qui se dissocie en solution selon le bilan :

$$A_mB_{n(s)} \Leftrightarrow mA^{x+}_{aq} + nB^{y-}_{aq}$$

est défini par : $K_s = [A^{x+}]^m.[B^{y-}]^n$

Remarque 1 : K_s n'est utilisé que pour des composés très peu solubles : $\mathbf{10^{-50} \leq K_s \leq 10^{-5}}$.

Remarque 2 : K_s ne dépend que de la température et n'a ni ***dimension*** ni ***unité***.

2. Solubilité

La ***solubilité*** d'un sel, notée ***S***, est le nombre de moles de ce sel qui peut être dissous dans ***un litre*** d'eau.
Le produit de solubilité peut s'exprimer en fonction de la solubilité.

Exemple :

$$CaCO_{3(s)} \Leftrightarrow Ca^{2+}_{aq} + CO^{-}_{3aq}$$

On a $[Ca^{2+}] = [CO_3^{2-}] = S$.

Chaque mole de $CaCO_3$ dissoute **libère** **une mole** de Ca^{2+} et **une mole** de CO_3^{2-}.



$$K_s = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}] = S^2 \Rightarrow S = \sqrt{K_s}.$$

D'une façon générale pour un sel ionique A_mB_n : $A_mB_{n(s)} \Leftrightarrow mA^{x+}_{aq} + nB^{y-}_{aq}$

on a :-

$[A^{x+}] = mS$
$[B^{y-}] = nS$
$K_s = (mS)^m.(nS)^n = m^m.n^n.S^{m+n}$

$$S = \sqrt[m+n]{\frac{K_s}{m^m.n^n}}$$

Exemple :

Le produit de solubilité du bromure de plomb $PbBr_2$ est 4.10^{-5}. Quelle est sa solubilité ?

On a : $PbBr_2 \Leftrightarrow Pb^{2+} + 2Br^-$

$K_s = [Pb^{2+}][Br^-]^2$.

$[Pb^{2+}] = S$ et $[Br^-] = 2S \Rightarrow K_s = S\times(2S)^2 = 4S^3 \Rightarrow S = \sqrt[3]{\frac{K_s}{4}} = 0{,}0215\ mol.L^{-1}$.

3. Facteurs influençant la solubilité

La solubilité d'un sel peu soluble diminue considérablement en présence d'une substance lorsque les deux corps ont un ion en commun, conformément au principe de Le Chatelier.
Ce phénomène est appelé ***effet d'ion commun***.

Exemple :

$$AgCl_{(s)} \underset{2}{\overset{1}{\rightleftarrows}} Ag^+ + Cl^-$$

On ajoute à la solution en équilibre du NaCl à la concentration C. L'équilibre évoluera de manière à éliminer les ions Cl^-, donc déplacement de l'équilibre dans le sens 2 par conséquent la solubilité diminue.

$$K_s = [Ag^+][Cl^-]$$

$[Ag^+] = S$
$[Cl^-] = S + C$

$K_s = S\times(S + C) = S^2 + SC$

Approximation : $SC >> S^2 \Rightarrow S = \frac{K_s}{C}$.

4. Influence du pH

Le pH de la solution dans laquelle s'effectue la réaction de dissolution du sel peu soluble influe sur la solubilité si les ions A^{x+} et B^{y-} ont des propriétés acido-basiques.

Exemple 1:

$$Mg(OH)_{2(s)} \Leftrightarrow Mg^{2+} + 2OH^-$$
$$K_s = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 1,8.10^{-11}.$$

La solubilité dépend de la concentration en ions OH^-, qui est elle-même fonction du pH de la solution.

Déterminons la solubilité de $Mg(OH)_2$ à pH = 9 ?

$$S = [Mg^{2+}] = \frac{K_s}{[OH^-]^2}$$

$pH = 9 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-9} \Rightarrow [OH^-] = 10^{-5}\ M \Rightarrow S = 1,8.10^{-1}\ mol.L^{-1}$.

Exemple 2 :

Si l'on ajoute une base à une solution contenant 0,5 $mol.L^{-1}$ de $MgCl_2$, à quel pH commencera la précipitation de $Mg(OH)_2$?

La précipitation commencera lorsque :

$$[OH^-]^2 = \frac{K_s}{[Mg^{2+}]}$$

$$[OH^-]^2 = \frac{1,8.10^{-11}}{0,5} = 3,6.10^{-11}$$

$$[OH^-] = 6.10^{-6}\ mol.L^{-1}$$

Pour que $Mg(OH)_2$ précipite, il faut que :

$$[OH^-]^2 \geq \frac{K_s}{[Mg^{2+}]} \quad \Rightarrow pH \leq 8,77$$

Conclusion : D'une façon générale, on a pour:

$$A_mB_{n(s)} \Leftrightarrow mA_{aq}^{x+} + nB_{aq}^{y-}$$

1- $[A^{x+}]^m \times [B^{y-}]^n < K_s \Rightarrow$ il n y a pas de précipitation.

2- $[A^{x+}]^m \times [B^{y-}]^n \geq K_s \Rightarrow$ il y a précipitation.


ETUSUP.com